

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

**EAL 335/4 – Transportation and Traffic Engineering**  
***[Kejuruteraan Pengangkutan dan Lalulintas]***

Duration: 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

Please check that this examination paper consists of **NINETEEN (19)** printed pages including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN BELAS (19)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions:** This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

***Arahan:** Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]*

Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

*[Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.]*

1. a) What is the difference between time mean speed and space mean speed and how to measure these two types of speeds at field?

[3 Marks]

- b) With the aid of sketches, explain briefly the relationships between speed, flow and density.

[3 Marks]

- c) With the aid of sketches, explain briefly the concept of saturation flow.

[4 Marks]

- d) Calculate saturation flow in pcu/hr based on the data given in Table 1. Subsequently, sketch the saturation flow graph and determine the initial and final lost time.

[10 Marks]

**Table 1: Saturation flow data**

Cycle no.	Number of vehicles (pcu) in every 6 seconds interval								Others	Saturated?	Green time (s)
	6	12	18	24	30	36	42	48			
1	2	3	5	4	4	5	3	1	-	Yes	44.297
2	1	4	3	3	1	2	3	2	-	Yes	44.641
3	2	4	3	6	5	4	3	1	-	Yes	43.984
4	2	3	5	2	2	1	2	0	-	Yes	43.813
5	4	2	6	4	5	3	2	1	-	Yes	44.891
6	2	3	2	3	2	3	3	1	-	Yes	45.109
7	3	2	3	3	5	5	4	0	-	Yes	42.719
8	3	2	7	4	3	5	3	0	-	Yes	44.422
9	3	3	5	4	2	5	3	1	-	Yes	43.875
10	3	3	4	2	6	4	4	1	-	Yes	44.484
11	3	1	4	5	4	3	4		-	Yes	41.219
12	5	3	2	4	5	4	2	1	-	Yes	43.969
13	2	3	4	5	4	3	4	0	-	Yes	44.297
14	3	2	3	3	4	2	5	0	-	Yes	43.328
15	2	2	4	3	2	4	3	0	-	Yes	44.625

2. A signalized intersection as shown in Figure 1 is proposed. The signal phasing and q/S ratio for each approach for year 2009 are as shown in Figure 2.

- a) Discuss briefly on the advantages of signalized intersections.

[3 Marks]

- b) Calculate saturation flow for each approach by using the information in Table 2 to Table 5.

[5 Marks]

- c) Calculate traffic flow for each movement for year 2019 if the annual traffic growth is 5.5%.

[6 Marks]

- d) Based on Araham Teknik method, determine the effective and actual green time for each phase for year 2019.

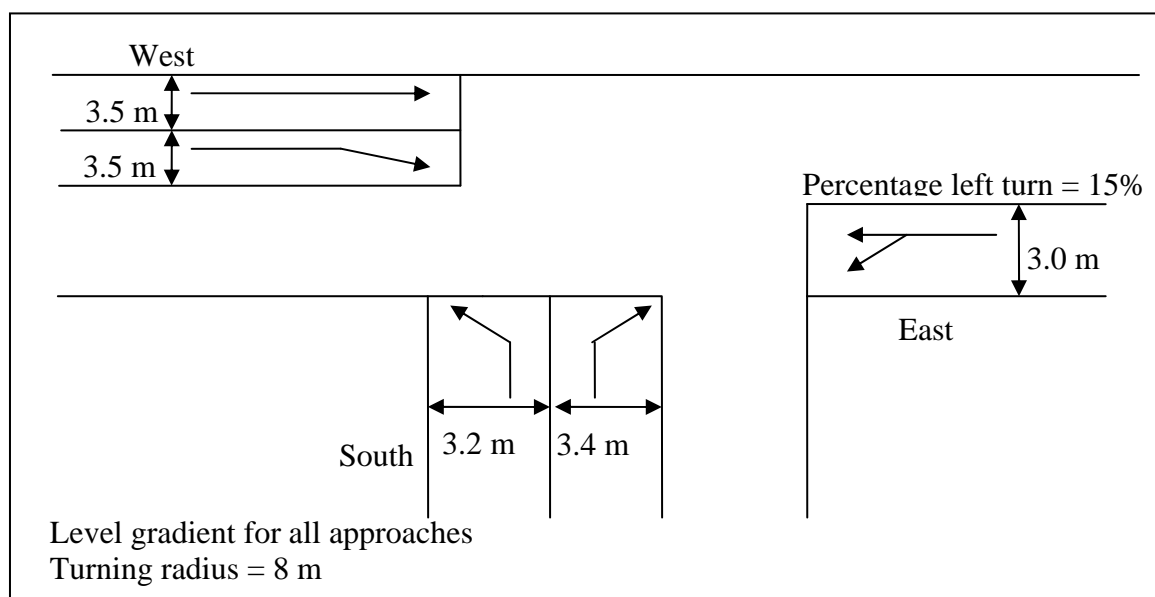
Given:

Amber time = 3 seconds

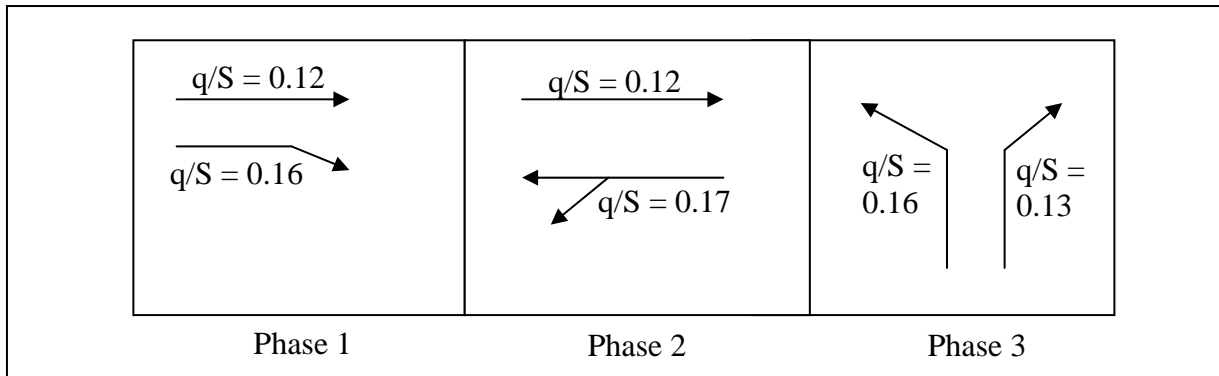
All-red-interval time = 2 seconds

Lost time per phase = 2 seconds

[6 Marks]



**Figure 1: Geometry of junction**



**Figure 2: Proposed signal phasing and  $q/S$  ratio for year 2009**

**Table 2: Relationship between effective lane width and saturation flow**

Lane width, $w$ (m)	Saturation flow, $S$ (pcu/hr)
3.0	1845
3.25	1860
3.5	1885
3.75	1915
4.0	1965
4.25	2075
4.5	2210
4.75	2375
5.0	2560
5.25	2760

**Table 3: Correction factor for the effect of gradient**

$F_g$	Gradient
0.85	For upward slope of 5% (+5%)
0.88	For upward slope of 4% (+4%)
0.91	For upward slope of 3% (+3%)
0.94	For upward slope of 2% (+2%)
0.97	For upward slope of 1% (+1%)
1.00	For level gradient (0%)
1.03	For downward slope of 1% (-1%)
1.06	For downward slope of 2% (-2%)
1.09	For downward slope of 3% (-3%)
1.12	For downward slope of 4% (-4%)
1.15	For downward slope of 5% (-5%)

**Table 4: Correction factor for the effect of turning radius**

Ft	Turning radius, R
0.85	$R < 10 \text{ m}$
0.90	$10 \text{ m} < R < 15 \text{ m}$
0.96	$15 \text{ m} < R < 30 \text{ m}$

**Table 5: Correction factor for turning traffic**

% turning traffic	Factor for right-turn	Factor for left-turn
5	0.96	1.00
10	0.93	1.00
15	0.90	0.99
20	0.87	0.98
25	0.84	0.97
30	0.82	0.95
35	0.79	0.94
40	0.77	0.93
45	0.75	0.92
50	0.73	0.91
55	0.71	0.90
60	0.69	0.89

3. An origin-destination study has been conducted at an area which has four zones. Table 6 shows the origin-destination matrix for morning peak hour during year 2007.

Trip generation study has also been conducted and the results of trips production,  $P_i$  and trips attraction,  $A_j$  for year 2010 are shown in Table 7.

- a) Calculate the origin-destination matrix for year 2010 using the UNIFORM Factor Method and FRATAR Model method.

[15 Marks]

- b) Discuss on the results obtained from both methods. Give your comments.

[5 Marks]

4. A study was conducted at a road network system which has five zones as shown in Figure 3. Information on the behavior and level of service of each link are given in Table 8. Origin-destination matrix for year 2009 is shown in Table 9.

- a) Using All-or-Nothing Method. Describe trips assignment model for the Network (zone to zone).

[10 Marks]

- b) Determine total traffic flow for each individual link and total cost for all trips.

[10 marks]

5. a) Discuss in detail the reasons why FRATAR Model is a better choice in trip distribution modeling.

[5 Marks]

- b) Discuss briefly the Four-Stage Travel-Demand Modeling. Which one is the most important stage in identifying traffic congestion? Give your justification.

[10 Marks]

- c) Discuss on how trip distribution models contribute towards a better transportation system.

[5 Marks]

**Table 6. : Matrix Origin and Destination Year 2007**

<b>Zone</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	10	60	80	50
<b>2</b>	80	20	100	50
<b>3</b>	20	130	10	50
<b>4</b>	100	80	60	20

**Table 7. : Result of Trips Generation Model 2010**

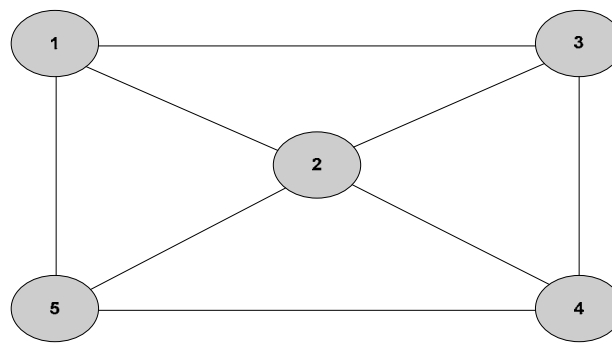
<b>Zone</b>	<b>P<sub>i</sub><sup>2010</sup></b>	<b>A<sub>i</sub><sup>2010</sup></b>
<b>1</b>	260	273
<b>2</b>	325	377
<b>3</b>	273	325
<b>4</b>	338	221

**Table 8 : Service Behavior**

<b>Link</b>	<b>Cost RM/mil</b>	<b>Number of lane</b>
1 – 2	8	1
2 – 1	8	1
1 – 3	15	1
3 – 1	15	1
1 – 5	5	2
5 – 1	5	2
2 – 3	3	2
3 – 2	3	2
2 – 4	5	2
4 – 2	5	2
2 – 5	12	2
5 – 2	12	2
3 – 4	7	1
4 – 3	7	1
4 – 5	6	2
5 – 4	6	2

**Table 9 : Matrix Origin-Destination Year 2009 (vehicle/hour/pane)**

<b>Zone</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0	50	60	70	30
<b>2</b>	40	0	30	60	80
<b>3</b>	90	40	0	20	50
<b>4</b>	80	70	90	0	30
<b>5</b>	30	40	50	60	0



**Figure 3 : Transport Network**

6. a) Discuss the importance of traffic impact assessment (TIA) in sustainable development.

[6 Marks]

- b) A development area was proposed and expected to be completed by year 2014. Information about the development is as shown in Table 8 and the trip generation information is as shown in Table 9. Traffic flow surrounding the proposed development area is as shown in Figure 3. Junctions A, B and C are the new junctions. Junction A is an exit junction, Junction B is an entry junction and Junction C can be used both to enter and exit the proposed development area. Traffic flow along the major roads for year 2009 is 760 pcu/hr northbound and 650 pcu/hr southbound during morning peak and vice versa during the afternoon peak.

- i) Calculate the trips generated and attracted by this proposed development area for both morning and afternoon peak hours.

[4 Marks]

- ii) Distribute and assign the trips based on the percentages in Figure 4 upon completion of the development for both morning and afternoon peak. Assume the annual traffic growth along the major road is 4.5%. Fill in your answers in the figure in the appendix and attach the appendix together with your answer script.

[10 Marks]

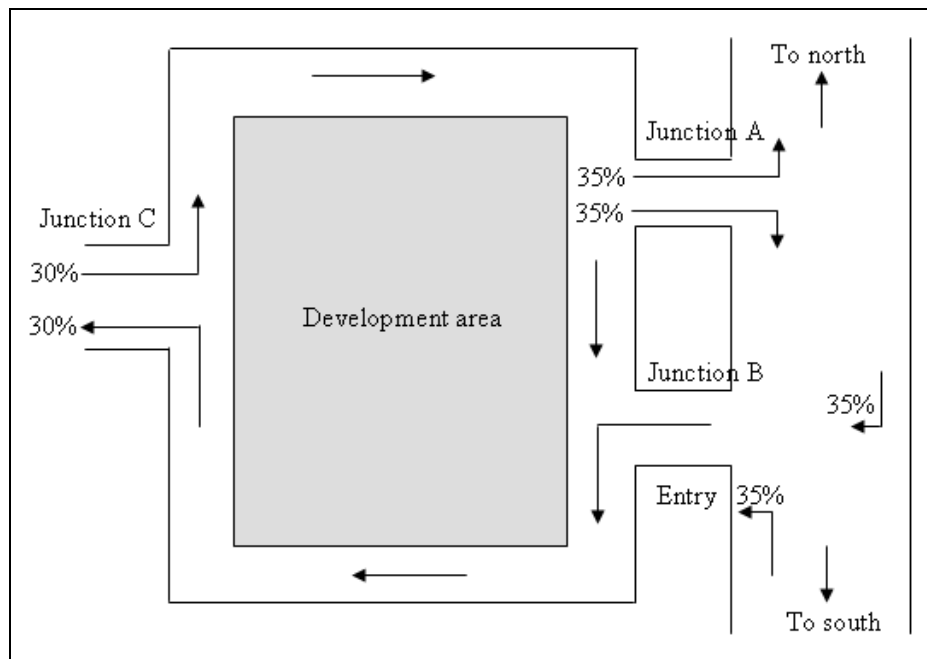


**Table 10 : Development information**

Land use type	Units/tsf
Shop office	20
Terrace house	215
Low cost house	300
Bungalow/ Semi-detached	20

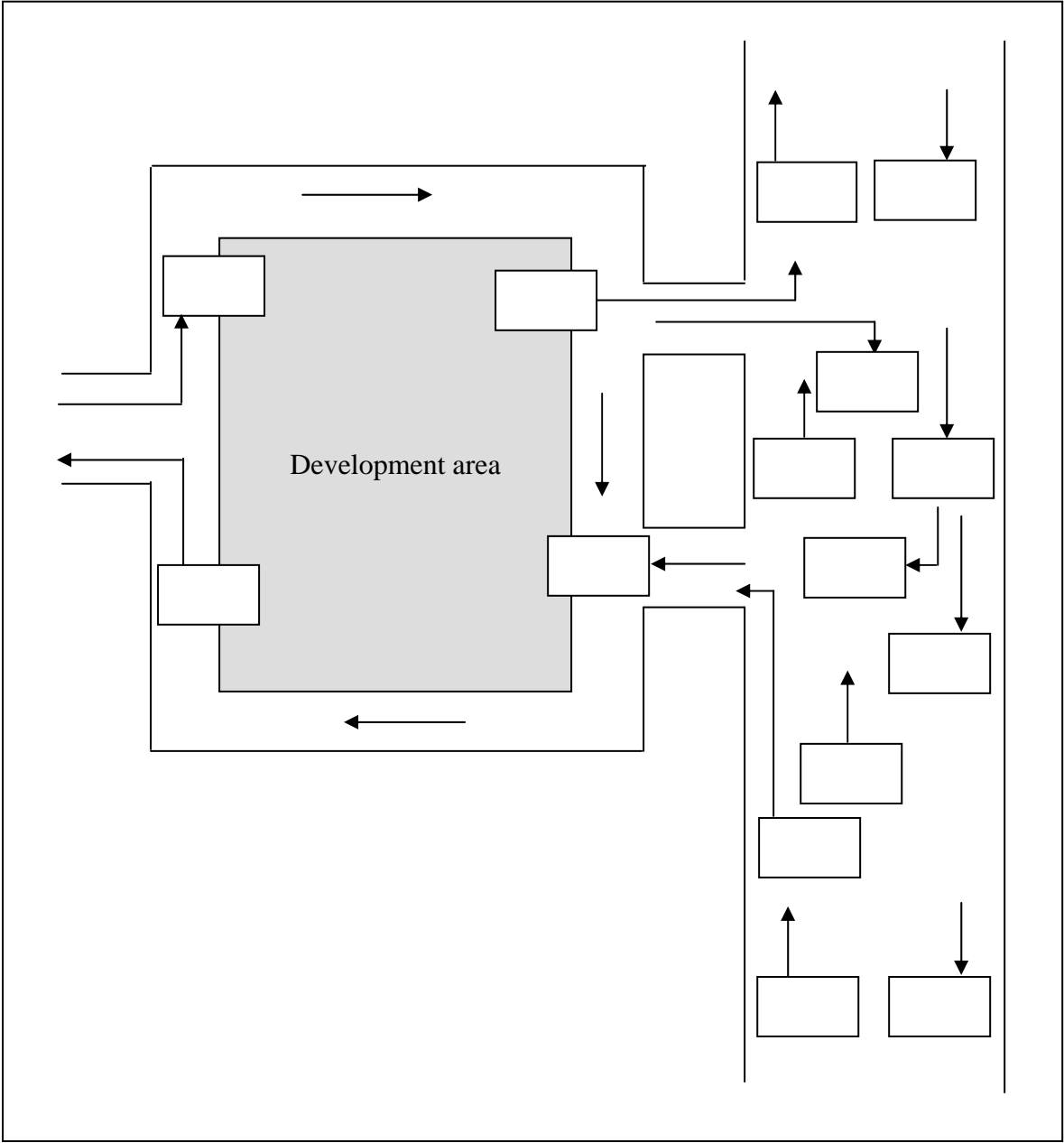
**Table 11 : Trip generation information**

Land use type	AM/PM Peak	Regression equation/ average rate	Var type (x)	% in	% out	pcu/ veh
Shop office	AM	$5.31x$	unit	63	37	0.89
	PM	$9.08x$		45	55	0.89
Terrace house	AM	$0.6529x + 33.502$	dwelling unit	30	70	0.90
	PM	$0.7008x + 31.558$		59	41	0.88
Low cost house	AM	$0.71x$	dwelling unit	35	65	0.81
	PM	$0.75x$		57	43	0.76
Bungalow/ Semi-detached	AM	$1.68x$	dwelling unit	34	66	0.98
	PM	$1.69x$		55	45	0.96

**Figure 4 : Traffic flow surrounding the proposed development area**

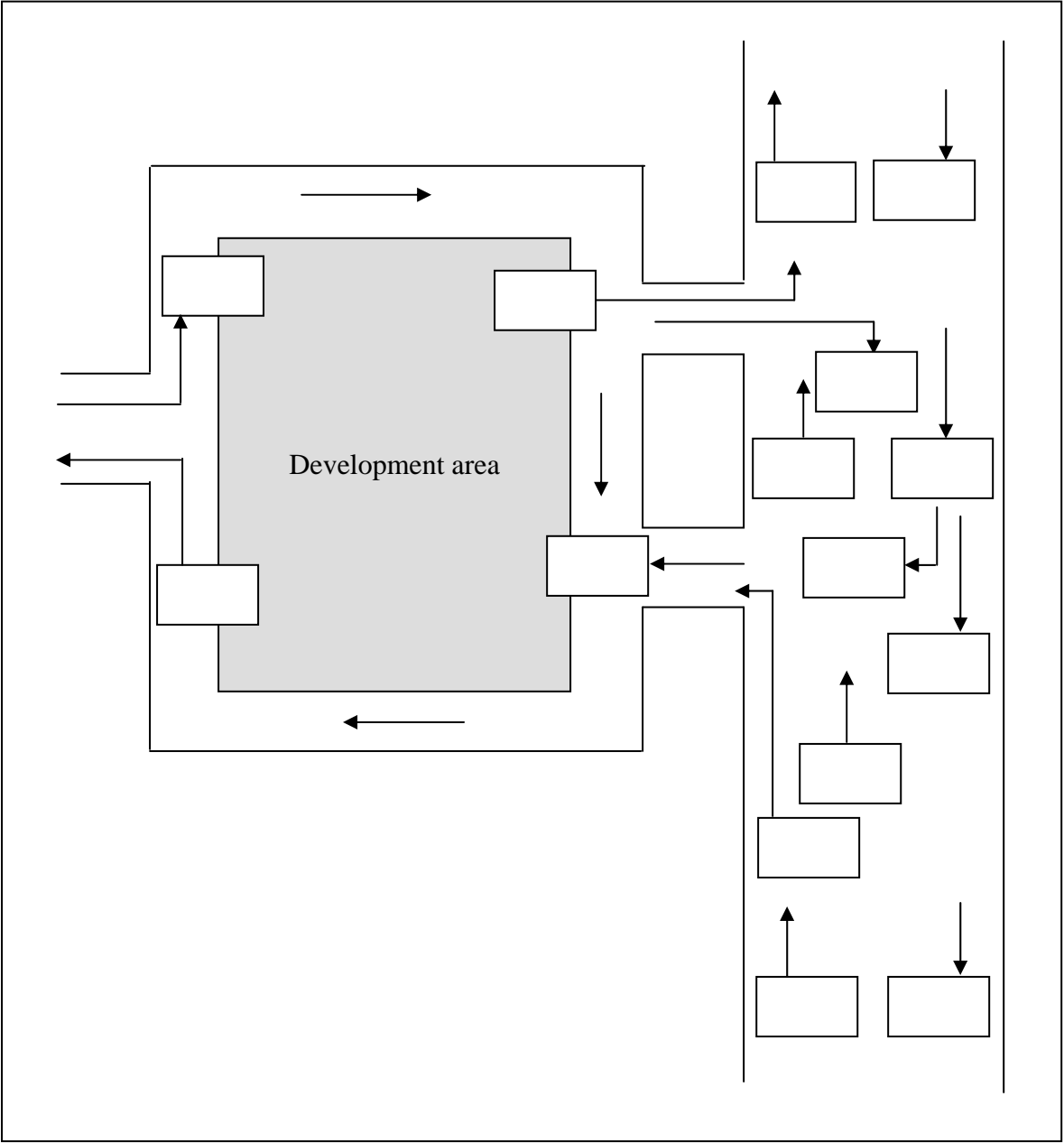
APPENDIX A/ *LAMPIRAN A*

AM Peak



APPENDIX B/ *LAMPIRAN B*

PM Peak



**(TERJEMAHAN)**

2. a) *Apakah perbezaan antara laju setempat dengan laju ruang dan bagaimanakah kedua-dua jenis laju ini diukur di tapak?*

[3 Markah]

- b) *Dengan berbantuan lakaran, terangkan secara ringkas hubungan antara laju, aliran dan ketumpatan*

[3 Markah]

- c) *Berbantuan lakaran, terangkan secara ringkas konsep aliran tepu.*

[4 Markah]

- d) *Kira aliran tepu dalam ukp/jam berdasarkan kepada maklumat yang diberi dalam Jadual 1. Seterusnya, lakarkan graf aliran tepu dan tentukan masa hilang awal dan masa hilang akhir.*

[10 Markah]

**Jadual 1: Data aliran tepu**

No. kitar	Bilangan kenderaan (ukp) dalam setiap selang 6 saat								Lain-lain	Tepu?	Masa hijau (s)
	6	12	18	24	30	36	42	48			
1	2	3	5	4	4	5	3	1	-	Yes	44.297
2	1	4	3	3	1	2	3	2	-	Yes	44.641
3	2	4	3	6	5	4	3	1	-	Yes	43.984
4	2	3	5	2	2	1	2	0	-	Yes	43.813
5	4	2	6	4	5	3	2	1	-	Yes	44.891
6	2	3	2	3	2	3	3	1	-	Yes	45.109
7	3	2	3	3	5	5	4	0	-	Yes	42.719
8	3	2	7	4	3	5	3	0	-	Yes	44.422
9	3	3	5	4	2	5	3	1	-	Yes	43.875
10	3	3	4	2	6	4	4	1	-	Yes	44.484
11	3	1	4	5	4	3	4		-	Yes	41.219
12	5	3	2	4	5	4	2	1	-	Yes	43.969
13	2	3	4	5	4	3	4	0	-	Yes	44.297
14	3	2	3	3	4	2	5	0	-	Yes	43.328
15	2	2	4	3	2	4	3	0	-	Yes	44.625

3. Satu persimpangan berlampu isyarat seperti yang dtunjukkan dalam Rajah 1 dicadangkan. Fasa lampu isyarat dan nisbah  $q/S$  bagi setiap jalan tuju untuk tahun 2009 ditunjukkan dalam Rajah 2.

a) Terangkan secara ringkas kelebihan persimpangan berlampu isyarat.

[3 Markah]

b) Kira aliran tepu untuk setiap jalan tuju dengan menggunakan maklumat dalam Jadual 2 hingga Jadual 5.

[5 Markah]

c) Kira aliran lalu lintas untuk setiap pergerakan untuk tahun 2019 sekiranya kadar pertumbuhan lalu lintas adalah 5.5%.

[6 Markah]

d) Berdasarkan kaedah Arahan Teknik, tentukan masa hijau efektif dan masa hijau sebenar bagi setiap fasa untuk tahun 2019.

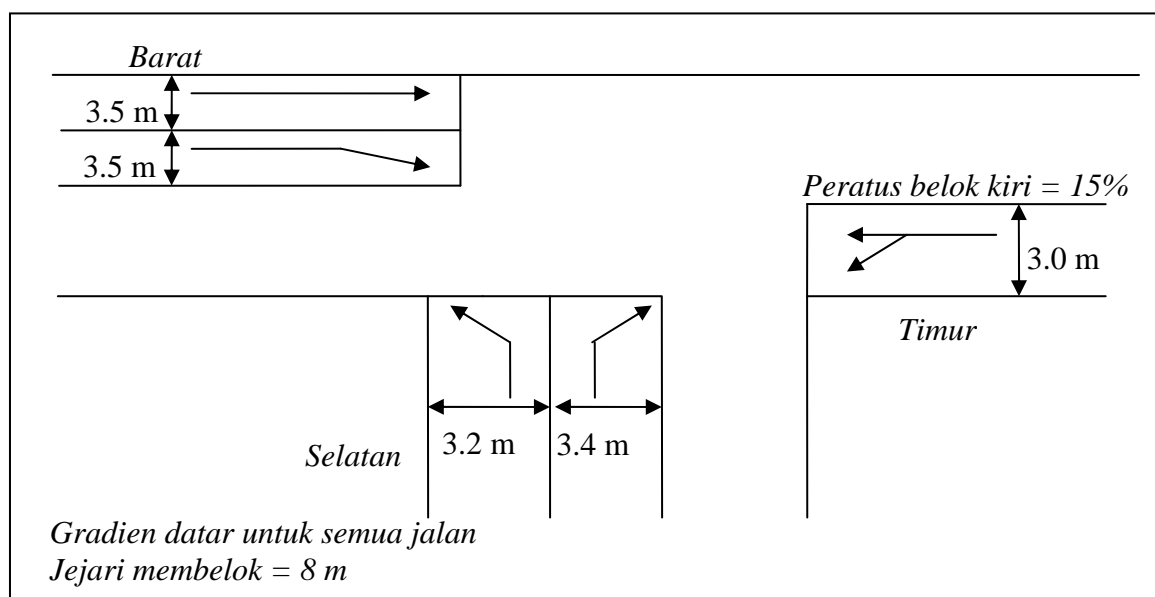
Diberi:

Masa kuning = 3 saat

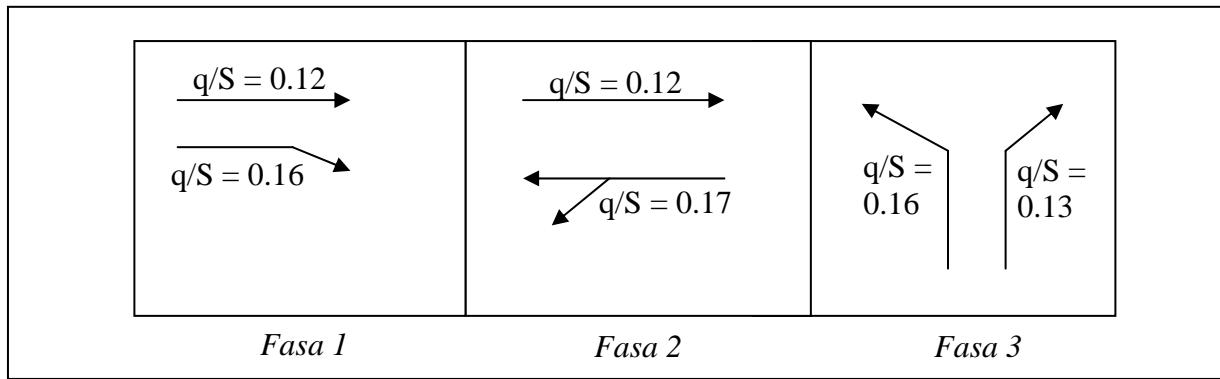
Masa semua-fasa-merah = 2 saat

Masa hingga setiap fasa = 2 saat

[6 Markah]



Rajah 1: Geometri persimpangan



**Rajah 2: Fasa lampu isyarat yang dicadangkan dan nisbah  $q/S$  untuk tahun 2009**

**Jadual 2: Hubungan antara lebar jalan berkesan dengan aliran tepu**

Lebar lorong, $w$ (m)	Aliran tepu, $S$ (pcu/hr)
3.0	1845
3.25	1860
3.5	1885
3.75	1915
4.0	1965
4.25	2075
4.5	2210
4.75	2375
5.0	2560
5.25	2760

**Jadual 3: Faktor pembetulan untuk kesan gradien**

$F_g$	Gradien
0.85	Untuk cerun menaik 5% (+5%)
0.88	Untuk cerun menaik 4% (+4%)
0.91	Untuk cerun menaik 3% (+3%)
0.94	Untuk cerun menaik 2% (+2%)
0.97	Untuk cerun menaik 1% (+1%)
1.00	Untuk gradient mendatar (0%)
1.03	Untuk cerun menurun 1% (-1%)
1.06	Untuk cerun menurun 2% (-2%)
1.09	Untuk cerun menurun 3% (-3%)
1.12	Untuk cerun menurun 4% (-4%)
1.15	Untuk cerun menurun 5% (-5%)

**Jadual 4: Faktor pembetulan untuk kesan jejari membelok**

$F_t$	Jejari membelok, $R$
0.85	$R < 10 \text{ m}$
0.90	$10 \text{ m} < R < 15 \text{ m}$
0.96	$15 \text{ m} < R < 30 \text{ m}$

**Jadual 5: Faktor pembetulan untuk lalu lintas yang membelok**

% aliran lalu lintas membelok	Faktor belok kanan, $F_r$	Faktor belok kiri, $F_l$
5	0.96	1.00
10	0.93	1.00
15	0.90	0.99
20	0.87	0.98
25	0.84	0.97
30	0.82	0.95
35	0.79	0.94
40	0.77	0.93
45	0.75	0.92
50	0.73	0.91
55	0.71	0.90
60	0.69	0.89

3. Satu kajian asalan-destinasi telah dijalankan untuk suatu kawasan yang mempunyai empat zon. Jadual 6 menunjukkan matriks asalan-destinasi untuk waktu puncak pagi bagi tahun 2007.

Kajian penjanaan perjalanan juga telah dijalankan dan hasil pengeluaran perjalanan,  $P_i$  dan penarikan perjalanan,  $A_j$  bagi tahun 2010 ditunjukkan dalam Jadual 7.

- (a) Kira matrik asalan-destinasi bagi tahun 2010 dengan menggunakan kaedah Faktor SERAGAM dan kaedah Model FRATAR.

[15 markah]

- (b) Bincangkan keputusan yang diperolehi daripada kedua-dua kaedah. Berikan komen anda.

[5 markah]

4. Satu kajian telah dijalankan ke atas satu sistem jaringan jalan yang mempunyai lima zon seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Maklumat berkenaan dengan kelakuan dan aras perkhidmatan setiap rangkaian diberikan dalam Jadual 8. Matrik asalan-destinasi bagi tahun 2009 ditunjukkan dalam Jadual 9.

(a) Dengan menggunakan kaedah pengumpulan Semua-atau-Tiada, umpukkan perjalanan ke atas sistem jaringan jalan tersebut (zon ke zon).

[10 Markah]

(b) Tentukan jumlah aliran pada setiap rangkaian jalan dan jumlah kos semua perjalanan.

[10 markah]

5. a) Bincangkan secara terperinci sebab mengapa Model FRATAR merupakan pilihan yang lebih baik dalam permodelan pengagihan perjalanan.

[5 Markah]

(c) Bincangkan secara ringkas permodelan Permintaan Perjalanan Empat-Peringkat. Yang mana satukah yang paling penting dalam mengenalpasti kesesakan lalu lintas? Berikan justifikasi anda.

[10 markah]

(d) Bincangkan bagaimana model pengagihan perjalanan menyumbang ke arah sistem pengangkutan yang lebih baik.

[5 markah]

**Jadual 6 : Matriks asalan dan destinasi untuk tahun 2007**

Zone	1	2	3	4
1	10	60	80	50
2	80	20	100	50
3	20	130	10	50
4	100	80	60	20



**Jadual 7 : Hasil pemodelan penjanaan perjalanan 2010**

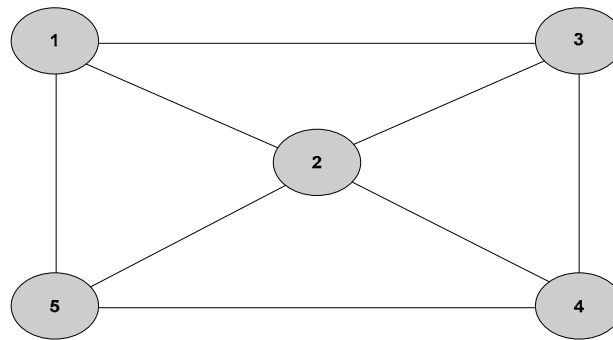
<b>Zone</b>	<b><math>P_i^{2010}</math></b>	<b><math>A_i^{2010}</math></b>
<b>1</b>	260	273
<b>2</b>	325	377
<b>3</b>	273	325
<b>4</b>	338	221

**Jadual 8 : Ciri perkhidmatan (prestasi)**

<b>Link</b>	<b>Cost RM/mil</b>	<b>Number of lane</b>
1 – 2	8	1
2 – 1	8	1
1 – 3	15	1
3 – 1	15	1
1 – 5	5	2
5 – 1	5	2
2 – 3	3	2
3 – 2	3	2
2 – 4	5	2
4 – 2	5	2
2 – 5	12	2
5 – 2	12	2
3 – 4	7	1
4 – 3	7	1
4 – 5	6	2
5 – 4	6	2

**Jadual 9 : Matriks Asalan-Destinas untuk Tahun 2009 (kenderaan/jam/lorong)**

<b>Zone</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0	50	60	70	30
<b>2</b>	40	0	30	60	80
<b>3</b>	90	40	0	20	50
<b>4</b>	80	70	90	0	30
<b>5</b>	30	40	50	60	0



**Rajah 3 : Sistem Jaringan Jalan Raya**

6. a) Bincangkan kepentingan kajian impak lalu lintas (TIA) dalam pembangunan mapan.

[6 Markah]

b) Satu kawasan pembangunan telah dicadangkan dan dijangka siap menjelang 2014. Maklumat pembangunan kawasan tersebut ditunjukkan dalam Jadual 8 dan maklumat perijanaan perjalanan ditunjukkan dalam Jadual 9. Aliran lalu lintas di sekitar kawasan cadangan pembangunan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Persimpangan A, B dan C adalah persimpangan baru. Persimpangan A adalah persimpangan keluar, Persimpangan B adalah persimpangan masuk dan Persimpangan C boleh digunakan untuk kedua-dua laluan masuk dan keluar kawasan cadangan pembangunan. Aliran lalu lintas sepanjang jalan utama pada tahun 2009 adalah 760 ukp/jam ke arah utara dan 650 ukp/jam ke arah selatan pada waktu puncak pagi dan sebaliknya pada waktu puncak petang.

i) Kira perjalanan yang dijana dan ditarik oleh kawasan cadangan pembangunan tersebut untuk kedua-dua waktu puncak pagi dan petang.

[4 Markah]

ii) Agih dan umpukkan perjalanan berdasarkan peraturan dalam Rajah 4 selepas siap pembangunan bagi kedua-dua waktu puncak pagi dan petang. Anggap kadar pertumbuhan lalu lintas tahunan di jalan utama adalah 4.5%. Isi jawapan anda dalam rajah yang disediakan dalam lampiran dan lampir sekali bersama-sama skrip jawapan anda.

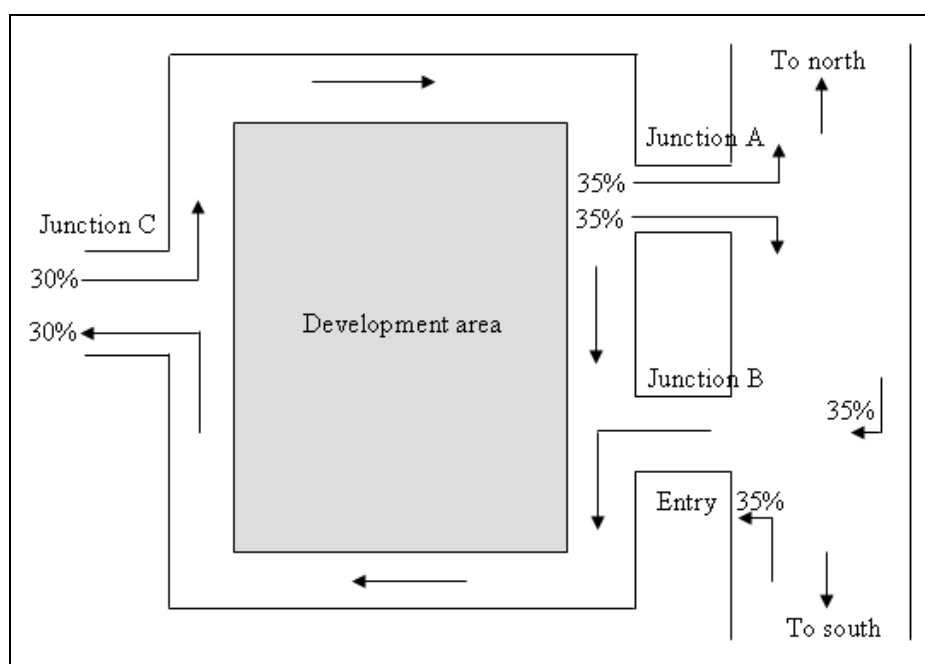
[10 Markah]

**Jadual 10 : Maklumat pembangunan**

<i>Jenis guna tanah</i>	<b>Units/tsf</b>
Shop office	20
Terrace house	215
Low cost house	300
Bungalow/ Semi-detached	20

**Jadual 2: Maklumat penjanaan perjalanan**

<i>Jenis guna tanah</i>	<i>Puncak pagi/petang</i>	<i>Persamaan regresi/ kadar purata</i>	<i>Jenis parameter (x)</i>	<i>% masuk</i>	<i>% keluar</i>	<i>ukp/kend</i>
Shop office	AM	5.31x	unit	63	37	0.89
	PM	9.08x		45	55	0.89
Terrace house	AM	0.6529x + 33.502	dwelling unit	30	70	0.90
	PM	0.7008x + 31.558		59	41	0.88
Low cost house	AM	0.71x	dwelling unit	35	65	0.81
	PM	0.75x		57	43	0.76
Bungalow/ Semi-detached	AM	1.68x	dwelling unit	34	66	0.98
	PM	1.69x		55	45	0.96

**Rajah 4: Aliran lalu lintas sekitar kawasan cadangan pembangunan**

